

**This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

**Method for controlling the closing time for internal combustion engines**

Patent Number: DE3402537
Publication date: 1985-08-01
Inventor(s): MAYER ULRICH DIPL PHYS DR (DE); SCHLEUPEN RICHARD DIPL ING
Applicant(s): BOSCH GMBH ROBERT (DE)
Requested Patent: ☐ DE3402537
Application: DE19843402537 19840126
Priority Number(s): DE19843402537 19840126
IPC Classification: F02P3/045; F02P17/00
EC Classification: F02P3/045B2, F02P17/10
Equivalents: JP1840413C, JP5052432B, ☐ JP60175768

RECEIVED
OCT 10 2002
TECHNOLOGY CENTER 2800

Abstract

A method for controlling the closing time for internal combustion engines is proposed, in which the primary-side current of an ignition coil (6) is detected by comparators (8, 9) so that an optimum closing angle is obtained by switching an ignition output stage (5) by means of a control algorithm stored in a microcomputer (4). The control takes place as a function of two marks (M1 and M2) of a signal generator wheel (1) which rotates with the crank shaft of the internal combustion engine so that a signal which is dependent on the speed of revolution and angle and influences the control is available to the microcomputer (4) at an input (PO) via a sensor (2) and a switching amplifier (3). In the normal operation state of the internal combustion engine, an ignition time (t_z) is fixed between the first reference mark (M1) and ignition point and an opening time (t_0) between ignition and closing time of the next period which is made up from a minimum, speed of revolution-dependent opening time, a cylinder-specific control time and a supply voltage-dependent charge time of the ignition coil (6).



Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑪ DE 3402537 C2

⑤ Int. Cl. 5:
F 02 P 3/045
F 02 P 5/145

⑳ Aktenzeichen: P 34 02 537.5-13
㉑ Anmeldetag: 26. 1. 84
㉒ Offenlegungstag: 1. 8. 85
㉓ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 31. 1. 91

DE 3402537 C2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

㉔ Patentinhaber:
Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart, DE

㉕ Erfinder:
Mayer, Ulrich, Dipl.-Phys. Dr., 7050 Waiblingen, DE;
Schleupen, Richard, Dipl.-Ing., 7121 Ingersheim, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE-OS 31 05 857
DE-OS 30 08 232
DE-OS 30 06 019
DE-OS 27 53 255
DE-OS 27 01 968

⑤④ Verfahren zur Schließzeitregelung für Brennkraftmaschinen

DE 3402537 C2

FIG. 1

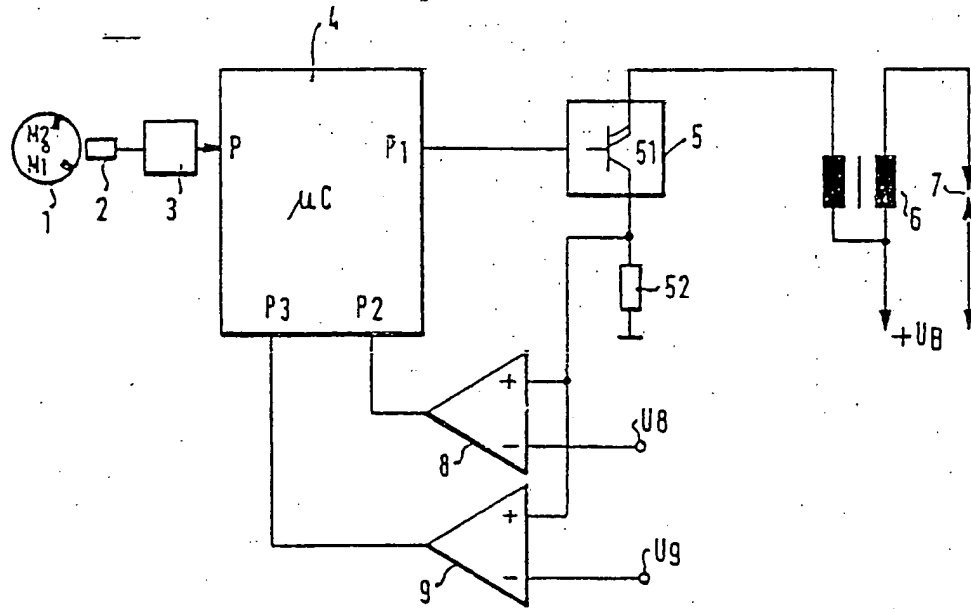
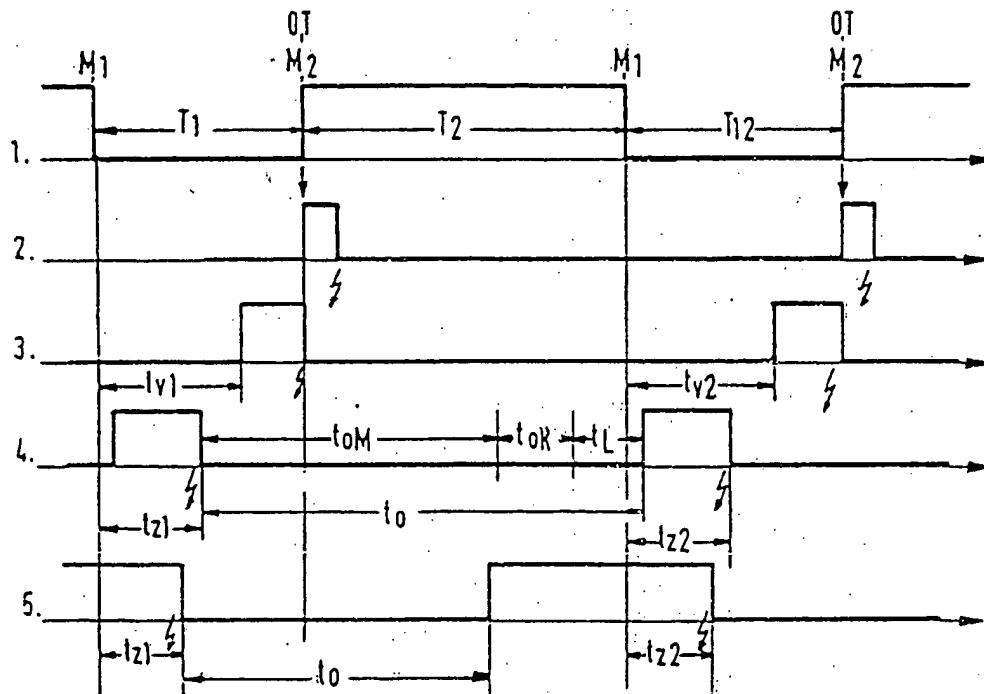


FIG. 2



Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Schließzeitregelung für Brennkraftmaschinen nach der Gattung des Hauptanspruches.

Aus der DE-OS 31 05 857 ist bereits ein Verfahren zur Schließzeitregelung von Brennkraftmaschinen bekannt. Bei ihr wird der primärseitige Zündspulenstromfluß als Istwert erfaßt und mit einem Sollwert verglichen, so daß in Abhängigkeit der Abweichung vom Sollwert die darauffolgende Schließzeit in vorgebbaren Schritten in Richtung Sollwert festgelegt wird. Nachteilig an diesem Verfahren ist das schlechte Dynamikverhalten, d. h. bei schnellen Drehzahländerungen der Brennkraftmaschine ist die Regelgeschwindigkeit nicht schnell genug, um im Beschleunigungsfall Zündaussetzer und im Bremsfall eine zu hohe Verlustleistung, hervorgerufen durch den Primärstrom der Zündspule, zu verhindern. Ebenfalls muß im Startfall von einer maximal möglichen Schließzeit ausgegangen werden, um gleichzeitig einen sicheren Start und einen sicheren Ablauf des Regelalgorithmus zu gewährleisten. Das führt wiederum zu einer hohen Verlustleistung, was auf Kosten der Startsicherheit geht.

Weiterhin ist eine Zündanlage für Brennkraftmaschinen bekannt, bei der die Schließzeit in Abhängigkeit des Signales eines Zündungsgebers festgelegt wird. Bei niederen Drehzahlen wird ein Nulldurchgang des Gebersignales, bei hohen Drehzahlen ein bestimmtes Kriterium der Kurvenform des Gebersignales, wie die Steigung oder die Amplitude, zur Auslösung der Schließzeit herangezogen. Nachteilig an dieser Zündanlage ist, daß eine möglichst gleichmäßige und ungetörte Kurvenform des Gebersignales Voraussetzung ist. In der Nähe von Zündanlagen laufender Brennkraftmaschinen sind elektromagnetische Einstrahlungen häufig. Bereits bei leicht gestörtem Gebersignal ist aber eine genaue Konstanz der Schließzeitauslösung unmöglich.

Aus der DE-OS 27 01 968 ist eine Zündanlage für Brennkraftmaschinen bekannt geworden, bei der mit dem Erreichen einer Marke der Zündfunke ausgelöst wird. Um eine geringe Verlustleistung zu erzielen, wird zur Verringerung des dynamischen Fehlerwinkels bei hohen Beschleunigungen der Stromfluß durch die Zündspule erfaßt und bei zu langem Stromfluß der Schließwinkel verkleinert und bei zu kurzem Stromfluß der Schließwinkel vergrößert. Die Regeldynamik dieser Anordnung ist jedoch nicht ausreichend, wenn einerseits ein großer Drehzahlbereich erfaßt werden soll und andererseits sehr starke Beschleunigungsvorgänge, wie beim Anlassen, auftreten. Die DE-OS 30 06 019 beschreibt ein Verfahren zum Steuern einer Brennkraftmaschine, bei dem der Zündzeitpunkt durch einen Wert in Abhängigkeit von einer Bezugsmarke bestimmt wird. Ein weiterer Wert wird berechnet, der die Ladedauer der Zündspule bestimmt, was dem Schließwinkel entspricht. Der Schließwinkel wird dann durch Differenzbildung zwischen dem Zündzeitpunktwert und dem Schließwinkelwert bestimmt. Ungünstig hierbei ist, daß insbesondere bei hohen Drehzahlen der Fall auftreten kann, daß der Wert für den Schließbeginn mit dem Wert für den Zündzeitpunkt überlappend ist. In diesem Falle ist ein Zünden der Zündkerzen einer Brennkraftmaschine nicht möglich, so daß insbesondere für hohe Drehzahlen weitere Vorsorgemaßnahmen getroffen wer-

den müssen. Die DE-OS 27 53 255 beschreibt schließlich eine Zündanlage, bei der bei niederen Drehzahlen eine Verschiebung des Zündzeitpunktes in Kauf genommen wird, da die Auslösung der Schließzeit beim Nulldurchgang eines Gebers erfolgt und das Ende der Schließzeit durch das Erreichen des Sollstromwerts im Primärstromkreis der Zündspule gegeben ist. Bei einer diesbezüglichen Ausgestaltung der Zündanlage ist jedoch der Nulldurchgang eines Gebersignals nur sehr schlecht zu erfassen.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Schließzeitregelung für Brennkraftmaschinen anzugeben, bei der die Verlustleistung für die Zündung in einem großen Drehzahlbereich möglichst auf das Minimum beschränkt bleibt und Zündaussetzer sicher vermieden werden.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Hauptanspruchs gelöst.

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat den Vorteil, daß die Stromflußzeit durch die Zündspule auch bei extremen Drehzahlunterschieden auf ein Minimum begrenzt bleibt. Durch diese Maßnahme wird erreicht, daß der Stromverbrauch der Zündanlage gering ist und auch die anfallende Verlustleistung und damit die auftretende Wärme bei den Bauelementen niedrig ist. Im Beschleunigungsfall werden Zündaussetzer sicher vermieden.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der Erfindung möglich. Dadurch, daß die Offenzeit oberhalb des mittleren Drehzahlbereichs von der Batteriespannung und/oder von zu zündenden Zylinder abhängt, wird erreicht, daß einerseits dem schnelleren Stromanstieg bei hohen Betriebsspannungen Rechnung getragen wird und andererseits nur bei dem Zylinder die Offenzeit vergrößert wird, bei dem ein hoher Zündspannungsbedarf besteht. Weiterhin ist günstig, daß die Schließzeit einen Maximalwert nicht überschreitet. Dadurch wird erreicht, daß auch unter ungünstigen Bedingungen oder bei einer falschen Steuerung auf Grund eines Defektes keine Überlastung der Endstufe der Zündanlage auftritt. Durch die Schließzeitvorsteuerung durch die Zeit t_{OM} wird bewirkt, daß die Schließzeitregelung mit einem kleinen Regelhub auskommt, da die notwendige Offenzeitveränderung infolge der Drehzahl nicht in die Regelung eingehen, was günstig für die Stabilität des Regelkreises ist.

Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist im nachfolgenden beschrieben und in der Zeichnung näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens,

Fig. 2 ein Signaldiagramm zur Erläuterung der Wirkungsweise und

Fig. 3 ein Ablaufdiagramm zur Erläuterung des Verfahrens.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In Fig. 1 ist ein Geberrad 1 dargestellt, das zwei Bezugsmarken M1 und M2 aufweist. Dieses Geberrad rotiert mit der Kurbelwelle einer nicht dargestellten

Brennkraftmaschine. Ein Sensor 2 reagiert auf die Bezugsmarken, wobei sein Ausgangssignal von einem Verstärker 3 verstärkt und auf einen Eingang P0 eines Mikrocomputers 4 gegeben wird. Ein Ausgang P1 des Mikrocomputers 4 führt auf den Eingang einer Zündungsendstufe 5. Zur Vereinfachung der Darstellung ist von dieser Zündungsendstufe 5 lediglich ein Endstufentransistor 51 dargestellt. Der Emittor des Endstufentransistors 51 ist über einen Widerstand 52 an Masse gekoppelt, der Doppelkollektor ist an die Primärwicklung einer Zündspule 6 gelegt. Die Sekundärwicklung ist mit der Primärwicklung einseitig an die positive Batteriespannung $+U_B$ gelegt, andererseits führt die Sekundärwicklung der Zündspule 6 auf eine Funkenstrecke 7. Zwei Komparatoren 8, 9 sind mit ihrem Plus-Eingang gemeinsam an den Emittor des Endstufentransistors 51 gelegt. Der Minus-Eingang des Komparators 8 führt an eine Vergleichsspannung U_8 , der Minus-Eingang des Komparators 9 führt an eine Vergleichsspannung U_9 . Der Ausgang des Komparators 8 bzw. 9 führt an einen Eingang P2 bzw. P3 des Mikrocomputers 4.

Fig. 2, Zeile 1, zeigt ein Gebersignal am Ausgang des Verstärkers 3. Eine negative Flanke des Gebersignales kennzeichnet die erste Bezugsmarke M1, eine positive Signalfanke kennzeichnet die zweite Bezugsmarke M2, die im Ausführungsbeispiel mit dem oberen Totpunkt eines Kolbens der Brennkraftmaschine übereinstimmt.

Während des Startens der Brennkraftmaschine werden zwei Drehzahlbereiche unterschieden, ein erster Drehzahlbereich unterhalb einer Drehzahl $N1 = 60$ U/min und ein zweiter Drehzahlbereich von $N1$ bis $N2 = 200$ U/min. Oberhalb der Drehzahl $N2$ ist der normale Betriebszustand der Brennkraftmaschine erreicht (die Leerlaufdrehzahl der Brennkraftmaschine liegt bei 700 U/min).

Fig. 3 zeigt ein Strukturdiagramm der Schließzeitregelung, wie sie als Steuerprogramm im Mikrocomputer 4 abgelegt ist. Die Schließzeitregelung ist neben einer hier nicht näher dargestellten Zündzeitpunktregelung für die Brennkraftmaschine untergebracht, so daß die Schließzeitregelung auf Parameter, insbesondere der Drehzahl N und der Zündzeit t_z , zurückgreifen kann. Dem Startlabel 300 folgt eine Drehzahlabfrage 301, der ein Sprung in verschiedene Programmteile in Abhängigkeit der Drehzahl N folgt.

Im ersten Drehzahlbereich $N < N1$ wird auf die Bezugsmarke M2 gewartet (310) und darauf der Zündspulenstrom der Zündspule 6 eingeschaltet, indem Ausgang P1 des Mikrocomputers 4 auf Eins gesetzt wird (311). In der Zündspule 6 baut sich daraufhin ein Magnetfeld auf, und der Zündspulenstrom erreicht in bekannter Weise in Form einer Exponentialfunktion seinen Maximalwert. Über den Widerstand 52 wird der Stromverlauf gemessen. Die Schwellen U_8 , U_9 der Komparatoren 8, 9 sind so bemessen, daß der Komparator 8 dann schaltet, wenn der Zündspulenstrom 80% seines Maximalwertes erreicht, der Komparator 9 schaltet bei Erreichen von 98% des maximalen Zündspulenstromes. An den Eingängen P2, P3 erkennt der Mikrocomputer 4, in welchem Bereich sich der Zündspulenstrom befindet.

Nach Einschalten (311) des Zündspulenstromes wartet der Mikrocomputer 4, durch Abfrage des Einganges P3, bis 98% des Zündspulenstromes erreicht sind (313). Um im Fehlerfalle ein endloses Abfragen zu verhindern, ist eine Maximalzeit (312) vorgegeben, die ein sicheres Verlassen der Warteschleife ermöglicht. Durch Setzen von $P1 = 0$ (314) wird der Zündspulenstrom unterbrochen und an der Funkenstrecke 7 entsteht ein Zündfun-

ken (315). Danach erfolgt ein Rücksprung auf das Startlabel (300).

Fig. 2, Zeile 2, zeigt einen Schließwinkelverlauf in Abhängigkeit des Gebersignales in Zeile 1 während des Startfalles im ersten Drehzahlbereich. Die Drehzahl $N1$, oberhalb der der erste Drehzahlbereich verlassen wird, ist so gewählt, daß die Zündzeit-Spätverstellung nicht größer wird als 1° Kurbelwellenwinkel.

Mit Erreichen des zweiten Drehzahlbereiches wird auf die erste Bezugsmarke M1 gewartet (320). Danach wird eine Verzögerungszeit t_v berechnet (321), die auf einen Zähler gegeben wird und in einer Zeitschleife (322) ausgezählt wird. Danach wird durch einen Sprung auf den Beginn des Programmblockes (311) des Programmes für den ersten Drehzahlbereich die Zündspule eingeschaltet und mit den gleichen Kriterien wie im ersten Drehzahlbereich gezündet.

Fig. 2, Zeile 3, zeigt einen Schließwinkelverlauf für den zweiten Drehzahlbereich.

Mit Erreichen der ersten Bezugsmarke M1 ist eine Zeit $T2$ seit der zweiten Bezugsmarke M2, sowie eine Zeit $T1$ zwischen Erreichen der vorherigen Bezugsmarke M1 und der Bezugsmarke M2, durch Messung bekannt. Weiterhin ist das feste Steuerverhältnis s , das durch die Winkelanordnung der Bezugsmarken M1 und M2 auf dem Geberrad 1 festgelegt ist, bekannt. Von der momentanen Bezugsmarke M1 aus kann unter linearer Berücksichtigung der auftretenden Beschleunigung die Zeit $T12$ bis zum Erreichen der nächsten Bezugsmarke M2 geschätzt werden mit

$$T_{12est} = 2 \cdot s \cdot T_2 - T_1$$

Eine Ladezeit $t_L(U_B)$ der Zündspule 6, in Abhängigkeit der Batteriespannung U_B , und ein dynamischer Vorhalt t_d , der ca. 5% von $t_L(U_B)$ beträgt, wird von der geschätzten Zeit T_{12est} abgezogen, um die Verzögerungszeit

$$t_v = 2 \cdot s \cdot T_2 - T_1 - (t_L(U_B) + t_d)$$

zu erhalten. In Fig. 3, Block 321, wird diese Verzögerungszeit t_v berechnet.

Durch Extrapolation um die Zeit T_{12est} und die Einführung des dynamischen Vorhaltes t_d reicht bei normalen Beschleunigungen die Schließzeit aus, um den Abschaltstrom, d. h. 98% des maximalen Zündspulenstromes, zu erreichen. Wenn bei extremen Beschleunigungen die Zündspule 6 bei Erreichen der Bezugsmarke M2 noch nicht vollständig aufgeladen ist, wird die Zündauslösung solange verzögert, bis der Komparator 9 anspricht. Auf diese Weise wird mit Sicherheit ein Zündaussetzer im Beschleunigungsfall verhindert. Dieser Vorfall überwiegt bei weitem eine hierbei zwangsläufig auftretende dynamische Zündzeitpunkt-Spätverstellung.

Oberhalb der Drehzahlgrenze $N2$ ist der normale Betriebszustand erreicht. Da die Leerlaufdrehzahl von 700 U/min größer ist als $N2$, ist dieser normale Betriebszustand auch während des Leerlaufbetriebes der Brennkraftmaschine erreicht. Aus der nicht dargestellten Zündzeitpunktregelung ist die Zündzeit t_z zwischen erster Bezugsmarke M1 und dem berechneten Zündzeitpunkt bekannt. Zwischen dem Zünden und dem nächstfolgenden Schließen, d. h. dem erneuten Einschalten des Zündspulenstromes, liegt eine Offenzeit t_o . Diese Offenzeit t_o setzt sich aus drei verschiedenen Anteilen zusammen: Einer minimalen Offenzeit t_{om} , die von der Dreh-

zahl N abhängt, einer zylinderspezifischen Regelzeit t_{or} und der Ladezeit t_L , die von der Batteriespannung U_b abhängt.

In Fig. 3, Block 330 werden die ermittelten Werte t_z , t_{om} , t_{or} , t_L vorbereitet und in ihnen zugehörige Register abgelegt. Wie Zeitwerte in eine für einen Mikrocomputer verarbeitbare Form umgerechnet werden, ist dem Fachmanne bekannt und darum hier nicht weiter erläutert. Wie die gesamte Offenzeit

$$t_o = t_{om}(N) + t_{or}(\text{Zyl.}) + t_L(U_b)$$

in Abhängigkeit der Parameter N , U_b , Zylinderzahl geregelt wird, ist weiter unten genauer beschrieben.

Ab Erreichen der Bezugsmarke $M1$ wird in Zählern parallel die Zeit t_z und eine Zeit $t_z - t_L$ abgezählt (332) und nach Ablauf der Zeit $t_z - t_L$ wird der Zündspulenstrom eingeschaltet (333). Die Zeit $t_z - t_L$ beschreibt die Zeit zwischen Bezugsmarke $M1$ und der Schließung. Nach der Schließung wird der verbliebene Rest von t_z abgezählt (334) und danach wird gezündet (335, 336). Nach der Zündung werden hintereinander die minimale Offenzeit t_{om} und die zylinderspezifische Regelzeit t_{or} abgezählt (337, 338). Während der Abzählung von t_{or} (339) wird auf ein mögliches Erscheinen der Bezugsmarke $M1$ geachtet (340). Bei niederen Drehzahlen erscheint die Bezugsmarke $M1$ vor Ablauf der Ladezeit t_L , wie in Fig. 2, Zeile 4, gezeigt ist. Mit Erscheinen der Bezugsmarke $M1$ (340) wird an den Anfang des Programmes zurückgesprungen (342, 300), der verbliebene Rest von t_L wird übernommen (330) und ab der Bezugsmarke $M1$ wird $t_z - t_L$ parallel zu t_z abgezählt (332). Ist die Offenzeit durch Ablauf von t_L vor Erreichen der Bezugsmarke $M1$ beendet, so wird der primärseitige Zündspulenstrom eingeschaltet (341) und es wird auf den Programmanfang zurückgesprungen (342, 300) und nach Vorbereitung der Zeiten (330) auf die Bezugsmarke $M1$ gewartet (331), wie in Fig. 2, Zeile 4, gezeigt ist.

Die Regelrückführung der erfindungsgemäßen Schließzeitregelung ergibt sich schaltungstechnisch durch die Überwachung des Zündspulenstromes durch die Komparatoren 8, 9, wie sie in Fig. 1 dargestellt sind. Während jeder Schließzeit, d. h. zwischen Einschalten des Zündspulenstromes durch $P1 = 1$ und Zünden durch $P1 = 0$ werden durch den Mikrocomputer 4 die Zähler gesetzt, die die Zeiten zwischen Einschalten des Zündspulenstromes und Erreichen der Komparatorschwellen U_8 , U_9 der Komparatoren 8, 9 messen. Aus diesen gemessenen Zeiten wird die Ladezeit t_L berechnet. Ebenfalls wird in Abhängigkeit des jeweiligen Zylinders die zylinderspezifische Regelzeit t_{or} ermittelt.

Für jeden Zylinder wird ein Regelzähler gesetzt, dessen Inhalt über einen speziellen Regelalgorithmus festgelegt wird. Bei jeder Zündung wird der nächste Regelzähler genommen, so daß für jeden Zylinder ein Regelzähler vorhanden ist. Wird während der Einschaltzeit des Zündspulenstromes die Komparatorschwelle des Komparators U_8 , was 80% der maximalen Stromhöhe entspricht, nicht erreicht, so werden die Regelzähler für alle Zylinder auf Null gesetzt, was einer Regelzeit $t_{or} = 0$ entspricht. Wird die Komparatorschwelle U_8 erreicht aber die Komparatorschwelle U_9 nicht, so wird der Regelzähler für alle Zylinder um den gleichen Betrag erniedrigt, was einer Schließzeitvergrößerung für alle Zylinder bedeutet. Wird die Komparatorschwelle U_9 gerade oder nur kurzzeitig erreicht, so bleibt der Stand der Regelzähler unverändert. Ist die Einschaltzeit des Komparators 9 größer als eine vorgegebene Zeit, so

wird der entsprechende Regelzähler für den entsprechenden Zylinder um einen gewissen Betrag erhöht, was einer zylinderspezifischen Schließwinkelverringering entspricht. Somit ergibt sich auch programmtechnisch eine Regelrückführung.

Die Schließzeitvorsteuerung durch die Ladezeit t_L bewirkt, daß die Schließzeitregelung mit einem kleinen Regelhub auskommt, da die notwendigen Offenzeitveränderungen infolge Drehzahländerung und Änderung der Versorgungsspannung nicht in die Regelung eingehen, was günstig für die Stabilität des Regelkreises ist. Steht die Versorgungsspannung als Eingangsgröße nicht zur Verfügung, so kann statt der spannungsabhängigen Ladezeit t_L eine spannungsunabhängige Ladezeit als Konstante benutzt werden, z. B. die Ladezeit für minimale Versorgungsspannung. In diesem Falle ist der Regelhub größer, da notwendige Offenzeitänderungen bei Schwankungen der Versorgungsspannung ausgeglichen werden müssen. Die zylinderspezifische Regelzeit t_{or} bewirkt, daß bei stark unterschiedlichem Zündspannungsbedarf der einzelnen Zylinder, etwa bei unterschiedlichem Zündkerzenabbrand, nur bei denjenigen Zylindern mit hohem Bedarf der Schließwinkel vergrößert wird. Die Regelgröße für die Regelung ist konstant. Bei nicht zylinderspezifischer Regelung schwankt die Regelgröße periodisch, da eine Integrationszeit erforderlich ist, was eine hohe Verlustleistung durch den Strom durch die Zündspule bewirkt, weil die Zündspulenergie zur Verfügung gestellt werden muß, die für den Zylinder mit höchstem Energiebedarf erforderlich ist.

Selbstverständlich erlaubt das erfindungsgemäße Verfahren die Realisierung anderer Vorrichtungen, als in dem Ausführungsbeispiel beschrieben sind. So ist eine Vereinfachung möglich, indem lediglich ein Komparator, z. B. Komparator 9, verwendet wird, und indem die zylinderspezifische Regelzeit t_{or} nach Art eines Zweipunktreglers so geregelt wird, daß t_{or} um einen Betrag verringert wird, wenn die Komparatorschwelle U_9 überschritten wird, und t_{or} um einen Betrag vergrößert wird, wenn die Komparatorschwelle U_9 nicht erreicht wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Schließzeitregelung für Brennkraftmaschinen, bei der der Strom durch die Zündspule erfaßt wird und bei der ein Ausgangssignal eines mit der Kurbelwelle rotierenden Gebirades (1) zur Festlegung einer ersten und zweiten Bezugsmarke ($M1$, $M2$) zur Drehzahl- und Winkelmessung für eine Zündzeitpunkt- und eine Schließzeitregelung dient, wobei in einem mittleren Drehzahlbereich der Zündzeitpunkt durch die zweite Bezugsmarke ($M2$) und der Schließwinkel durch eine Schließwinkelregelung zur Erzielung eines hinreichenden Stromes durch die Zündspule während der Schließzeit bestimmt wird, dadurch gekennzeichnet, daß im mittleren Drehzahlbereich der Schließzeitbeginn durch eine mit der ersten Bezugsmarke ($M1$) beginnende Verzögerungszeit (t_v), bestimmt wird, daß unterhalb des mittleren Drehzahlbereiches der Schließzeitbeginn durch die zweite Bezugsmarke ($M2$) bestimmt wird und die Zündung ausgelöst wird, wenn der Strom durch die Zündspule (6) einen vorgegebenen Wert erreicht hat, und daß oberhalb des mittleren Drehzahlbereiches der Zündzeitpunkt in Bezug zur ersten Be-

zugsmarke (M1) errechnet wird und dem Zündzeitpunkt eine Offenzeit folgt, die von der Drehzahl der Brennkraftmaschine abhängt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Offenzeit oberhalb des mittleren 5 Drehzahlbereiches von der Batteriespannung (U_B) und/oder vom zu zündenden Zylinder abhängt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Schließzeit einen Maximalwert nicht überschreitet. 10

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Verzögerungszeit (t_v) gebildet wird nach der Gleichung

$$t_v = 2 \times s \times T_2 - T_1 - t_L(U_B) \quad 15$$

wobei s das Steuertastverhältnis der Bezugsmarken (M2, M1) ist, T_2 die letzte gemessene Zeit zwischen der zweiten und der ersten Bezugsmarke ist, T_1 die letzte gemessene Zeit zwischen der ersten 20 und der zweiten Bezugsmarke ist und t_L die Ladezeit der Zündspule in Abhängigkeit von der Batteriespannung (U_B) ist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Offenzeit 25 t_o gebildet wird nach

$$t_o = t_{om}(N) + t_{or}(Zyl.) + t_L(U_B)$$

wobei t_{om} eine minimale Offenzeit ist, die von der 30 Drehzahl (N) abhängig ist, t_{or} eine zylinderspezifische Regelzeit ist, t_L die Ladezeit der Zündspule in Abhängigkeit der Batteriespannung (U_B) ist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Zündspulenstrom durch zwei 35 Vergleichsschwellen (U_8 , U_9) erfaßt wird, daß die zylinderspezifische Regelzeit (t_{or}) auf einen Minimalwert gesetzt wird, wenn der Zündspulenstrom die erste Vergleichsschwelle (U_8) nicht erreicht, daß die zylinderspezifische Regelzeit (t_{or}) um einen 40 ersten Betrag erniedrigt wird, wenn die erste Vergleichsschwelle (U_8) erreicht, aber die zweite Vergleichsschwelle (U_9) nicht erreicht wird, und daß die zylinderspezifische Regelzeit (t_{or}) um einen 45 zweiten Betrag erhöht wird, wenn eine vorgegebene Zeit nach Erreichen der zweiten Vergleichsschwelle (U_9) überschritten wird.

7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein Mikrocomputer (4) von einem 50 Schaltverstärker (3) über einen Eingang (P) ein Signal erhält, das durch einen Sensor (2), der die Bezugsmarken (M1, M2) des Gebers erfaßt, gebildet wird, daß der Mikrocomputer (4) über einen Ausgang (P1) eine Zündungsendstufe (5) ansteuert, die 55 den Zündspulenstrom einer Zündspule (6) schaltet, daß zwei Komparatoren (8, 9) über zwei Vergleichsschwellen (U_8 , U_9) den momentanen Zündspulenstrom erfassen, und daß die Komparatoren (8, 9) je ein logisches Signal an je einen Eingang (P2, 60 P3) des Mikrocomputers (4) übermitteln.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 3

